



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Patentschrift**  
⑩ **DE 100 57 670 C 1**

⑳ Aktenzeichen: 100 57 670.2-35  
㉑ Anmeldetag: 21. 11. 2000  
㉒ Offenlegungstag: -  
㉓ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 14. 3. 2002

㉔ Int. Cl.7:  
**H 01 Q 1/22**  
H 01 Q 1/32  
H 01 Q 1/38  
H 03 H 9/145  
B 60 C 9/18  
// B60C 23/00,G01M  
17/00

DE 100 57 670 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉕ Patentinhaber:  
Siemens AG, 80333 München, DE

㉖ Erfinder:  
Dollinger, Franz, Dr., 82008 Unterhaching, DE

㉗ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	198 60 058 C1
DE	197 29 972 A1
DE	197 15 703 A1
DE	195 29 623 A1
US	60 84 503
US	60 29 324
US	59 66 008
US	59 10 779
US	58 41 214
US	56 91 698
EP	07 41 775 B1
EP	06 55 701 B1
EP	06 51 344 B1
EP	06 19 906 B1
EP	09 37 615 A2

㉘ Antennenelement

㉙ Die Erfindung betrifft ein Antennenelement zum Sen-  
den und/oder Empfangen elektromagnetischer Wellen,  
das zumindest zum wesentlichen Teil von einem flexiblen  
Material umgeben ist. Das Antennenelement ist als Netz  
ausgebildet.

DE 100 57 670 C 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Antennenelement nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Für die Bestimmung bestimmter Reifenparameter und Fahrzustände von Kraftfahrzeugen wie Kraftschlusspotenzial, Antriebs- und/oder Bremskräfte, Schräglaufwinkel und weitere Parameter ist es erforderlich, die Sensoren in den Reifen zu integrieren und auf dem Funkweg auszulesen. Hierfür sind Antennen notwendig, die mit den Sensoren in den Reifen integriert werden können.

[0003] Die gewünschten Reifenmesssysteme lassen sich zum Beispiel mit Oberflächenwellensensoren realisieren. Ein entsprechender Sensor ist in EP 0 937 615 A2 offenbart. Alternative Ausführungsformen von funkabfragbaren oder selbstsendenden Sensoren nach dem Stand der Technik sind zum Beispiel in DE 198 60 058 C1, EP 0 746 775 B1, EP 0 655 701 B1, EP 0 651 344 B1, EP 0 619 906 B1, US 5 691 698, US S 841 214, US 5 966 008, US 5 691 698, US 5 910 779, US 6 029 324 und US 6 084 503 angegeben. Darüber hinaus ist es aber auch möglich, andere, nicht mit Oberflächenwellen und/oder Volumenwellen arbeitende Sensorelemente und/oder Sensorschaltungen in Reifen einzubringen.

[0004] Problematisch ist dabei die Anordnung der für die Funkabfragbarkeit notwendigen Antenne im Reifen. Durch den in praktisch allen modernen Reifen vorhandenen Stahlgürtel scheiden zahlreiche Antennenarten aufgrund ihrer Abstrahlcharakteristik bereits aus. So lässt sich zum Beispiel bei LKW-Reifen, die auf drei Seiten mit einem Stahlgürtel versehen sind, praktisch keine Dipolantenne integrieren. Bei PKW-Reifen ist eine Integration einer Dipolantenne in den stahlgürtelfreien Flanken des Reifens zwar prinzipiell möglich, aufgrund der dort auftretenden Walkbewegungen kommt es aber immer wieder zu unerwünschten Ablösungserscheinungen. Andere Antennenarten als Dipolantennen scheiden oftmals durch ihren voluminösen Aufbau aus, der sich im geringen im Reifen zur Verfügung stehenden Raum nicht realisieren lässt.

[0005] Aus DE 195 29 623 A1 ist es bekannt, den Stahlgürtel eines Reifens mittelbar als Antenne zu verwenden. Gemäß anderer in dieser Schrift beschriebener Anordnungen ist eine als Spule ausgebildete Antenne in die Reifenseitenwand oder die Laufflächen des Reifens integriert.

[0006] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, ein Antennenelement zum Senden und/oder Empfangen elektromagnetischer Wellen anzugeben, das besonders für die Unterbringung in einem Reifen geeignet ist.

[0007] Diese Aufgabe wird durch ein Antennenelement mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0008] Durch die Ausbildung des Antennenelementes als Netz lässt sich dieses besonders einfach in eine auf die Unterbringung im flexiblen Material angepasste Form bringen. Das flexible Material ist Teil eines Reifens.

[0009] Ist das Antennenelement darüber hinaus als flexibles Netz ausgebildet, so kann es den Bewegungen des flexiblen Materials folgen, ohne sich von diesem abzulösen oder zu reißen.

[0010] Vorteilhafterweise ist das Antennenelement in dem flexiblen Material eingebettet, das heißt insbesondere, dass das flexible Material um die und zwischen den Maschen des als Netz ausgebildeten Antennenelementes angeordnet ist. So ergibt sich ein besonders innige Verbindung des flexiblen Materials mit dem Antennenelement, so dass Ablösungen des Antennenelementes vom flexiblen Material weiter vorgebeugt wird.

[0011] Die Vorteile der Ausbildung des Antennenelementes als Netz kommen insbesondere deshalb zur Geltung,

weil das flexible Material so angeordnet ist, dass es häufig in sich bewegt wird. Diese Bewegungen sind insbesondere Walkbewegungen.

[0012] Das flexible Material kann ein natürlicher und/oder synthetischer Kunststoff oder Gummi sein.

[0013] Die Maschenweite des Netzes ist vorzugsweise so gewählt, dass es für die zu empfangenden und/oder zu sendenden elektromagnetischen Wellen eine im Wesentlichen lückenlose Struktur darstellt. Lücken im Netz dienen dabei nur der höheren Flexibilität und einem besseren Verbund mit dem flexiblen Material. Alternativ können die Netzmaschen auch so angeordnet sein, dass Teile des Antennenelementes sich in einem vorgegebenen Abstand befinden, um als Filter für bestimmte Wellenlängen zu wirken.

[0014] Das Antennenelement kann flächig, insbesondere als Fläche einer Patchantenne, ausgebildet sein. Es kann darüber hinaus auch zum Beispiel gewölbt sein, um sich einer durch das flexible Material vorgegebenen Struktur anzupassen.

[0015] Alternativ enthält das Bauelement eine Dipolantenne, welche insbesondere als Schlitz in einer flächigen Struktur in Form eines leitfähigen Netzes ausgebildet ist.

[0016] Das Netz des Antennenelementes lässt sich durch leitfähige Fasern aufbauen. Dies können Metallfasern und/oder Textilfasern sein, die insbesondere in einem Gewebe und/oder Gewirke angeordnet sind. Hierdurch lässt sich eine besonders hohe Flexibilität bei gleichzeitiger Robustheit erzielen. Weiterhin kann bei dieser Ausbildung auf bekannte Herstellungsverfahren zurückgegriffen werden.

[0017] Das Antennenelement ist vorzugsweise mit einem passiven Sensor, insbesondere mit einem mit Oberflächenwellen arbeitenden Sensor, verbunden. Diese Ausgestaltung wird nachfolgend detailliert erläutert.

[0018] Weitere wesentliche Vorteile und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen [0019] Fig. 1 die Anordnung eines Antennenelementes in einem Reifen,

[0020] Fig. 2 und 3 den schematischen Aufbau eines mit dem Antennenelement verbundenen Sensors und

[0021] Fig. 4 und 5 den Aufbau einer Antenne, die das Antennenelement enthält.

[0022] In Fig. 1 erkennt man einen Reifen 1 mit einer einen Stahlgürtel enthaltenden Karkasse 2, einem sich in Radialrichtung außerhalb an die Karkasse 2 anschließenden Protektor 3 und von dem Protektor 3 getragenen Profilelementen 4, 5. Ein Sensor 6 ist innerhalb des Gummis des Protektors 3 nahe der Karkasse 2 des Reifens angeordnet. Der Sensor 6 ist im Bereich einer radial einwärts gedachten Verlängerung einer Profilrinne 7, hier einer Querrille, angeordnet. Mit dieser Position des Sensors 6 lässt sich über den Druck der Kraftfluss messen, der innerhalb des Protektors 3 zwischen den beiden auf einer Fahrbahn 8 aufliegenden Profilelementen 4, 5 auftritt.

[0023] Ist der Sensor 6 als Oberflächenwellenbauelement ausgeführt, so hat er im Regelfall eine geringe Größe im Millimeterbereich bis zu etwa 1 cm Länge als größte Abmessung. Mit einer solchen Größe des Sensors 6 kann die Positionierung desselben an der gewünschten Stelle im Reifen problemlos realisiert werden. Es können mit einem solchen Sensor Kräfte, Dehnungen, Stauchungen, Scher- und Biegebewegungen auf kleinstem Raum gemessen werden. Der Sensor kann auch in einer zur Tangentialrichtung im Wesentlichen orthogonalen Richtung ausgerichtet positioniert sein. Dann können Kräfte im Protektor 3 bzw. in der Karkasse 2 als Biegebewegungen auf dem Sensor gemessen werden.

[0024] Es kann auch eine mehr oder weniger große An-

zahl von Sensoren 6 auf den Umfang des Reifens, das heißt insbesondere auf den umlaufenden Protektor, auf mehrere Profilelemente oder auf die Karkasse jeweils verteilt angeordnet sein. Durch entsprechende Wahl bzw. Ausgestaltung der Sensoren hinsichtlich der auszusendenden elektromagnetischen Wellen mit zugeordneter Codierung für den jeweiligen speziellen Sensor können die von diesem Sensor ausgesandten, Messwertsignale enthaltenden elektromagnetischen Wellen eindeutig einem bestimmten Sensor zugeordnet werden.

[0025] Der Aufbau eines Sensors 6 wird mit Bezug auf Fig. 2 beschrieben. Dort erkennt man den Sensor 6 mit einem Interdigitalwandler 9, der über eine Zuleitung 10 mit einem von einer in den Fig. 1 und 3 dargestellten Antenne empfangenen elektromagnetischen Hochfrequenzsignal beaufschlagt wird. Über den Interdigitalwandler 9 wird das elektromagnetische Hochfrequenzsignal in einem piezoelektrischen Substrat 11 in mechanische Schwingungen in Form von Oberflächenwellen 12 und 13 umgewandelt. Die Oberflächenwelle 12 dient als Referenzwelle und wird von einem Reflektor 14 zum Interdigitalwandler zurückreflektiert. Von diesem wird die Oberflächenwelle in eine elektromagnetische Welle zurückgewandelt und über die Zuleitung 10 zur Antenne 16 übertragen. Temperatur- und Druckschwankungen, die auf den Sensor 6 als Ganzes einwirken, finden sowohl in der als Referenz dienenden Oberflächenwelle 12 als auch in der zur Messung dienenden Oberflächenwelle 13 Eingang. Sie können deshalb durch Vergleiche der für die Oberflächenwellen gewonnenen Messergebnisse eliminiert werden.

[0026] Die zur Messung dienende mechanische Schwingung läuft als Oberflächenwelle 13 ebenfalls durch das piezoelektrische Substrat 11, wechselwirkt mit einem Reflektor 15 und wird von dem Reflektor 15 zum Interdigitalwandler 9 zurückreflektiert. Dort wird die mechanische Schwingung der Oberflächenwelle 13 in ein elektrisches Signal in Form einer elektromagnetischen Hochfrequenzwelle umgewandelt und von der Zuleitung 10 zur Antenne 16 übertragen. Der Sensor 6 wird verformt, wenn der Bereich des Reifens, in welchen er eingesetzt ist, mit einer Fahrbahn in kraftschlüssigen Kontakt gerät. Dadurch verändern sich die Ausbreitungseigenschaften für Oberflächenwellen auf dem Sensor 6, und diese Veränderung kann anhand einer entsprechenden Veränderung eines wie vorstehend beschrieben reflektierten Signals nachgewiesen werden.

[0027] Fig. 3 zeigt eine alternative Ausgestaltung des Sensors 6. Dabei ist an den Reflektor 15 eine Kapazität 21 angeschlossen, deren Wert die Amplitude und Phase der Reflexion der Oberflächenwelle 13 beeinflusst. Dies hat wiederum Einfluss auf das von der Zuleitung 10 zur Antenne weitergeleitete elektrische Signal und ist somit von einem im Fahrzeug angeordneten Empfänger auswertbar. Die Kapazität 21 ist für Sensorzwecke ihrerseits eine Funktion einer zu messenden Größe, zum Beispiel eines Drucks.

[0028] In Fig. 1 erkennt man, dass die Antenne 16 über die in Fig. 2 dargestellte Zuleitung 10 mit dem Sensor 6 verbunden ist. Die Antenne 16 ist außerhalb des in der Karkasse 2 befindlichen Stahlgürtels im Protektor 3 des Reifens angeordnet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel befindet sie sich unterhalb des Profils in der Laufseite des Reifens. Es ist alternativ möglich, die Antenne in einer der Flanken des Reifens anzuordnen.

[0029] Die Antenne 16 wird nunmehr mit Bezug auf Fig. 4 näher erläutert. Dort erkennt man die Zuleitung 10, über die die Antenne 16 mit dem Sensor 6 verbunden ist. Die Antenne 16 selbst ist als Patchantenne aufgebaut. Dazu enthält sie ein erstes Antennenelement 17, das eine erste Fläche der Patchantenne bildet, und ein zweites Antennenelement 18,

das eine zweite Fläche der Patchantenne bildet. Zwischen den beiden Antennenelementen 17, 18 der Antenne 16 ist ein Dielektrikum 19 angeordnet.

[0030] Weiterhin ist in Fig. 4 der Stahlgürtel 20 des Reifens 1 schematisch dargestellt. Dieser befindet sich auf der dem zweiten Antennenelement 18 gegenüberliegenden Seite des ersten Antennenelementes 17. Das erste Antennenelement 17 bildet eine deutlich größere Fläche als das zweite Antennenelement 18. Durch diese Anordnung und Ausbildung ergibt sich eine Abstrahlcharakteristik der Antenne 16 vom Stahlgürtel weg.

[0031] Das erste Antennenelement 17 ist als flexibles Netz ausgebildet. In seiner flächigen Ausbildung verläuft es unter leichter Wölbung etwa parallel zur benachbarten Fläche des Stahlgürtels 20.

[0032] Das erste Antennenelement 17 ist vollständig in das in Fig. 4 nicht dargestellte Gummi des Reifens 1 eingegossen. Das Gummi des Reifens 1 umschließt dabei die Maschen des Netzes des ersten Antennenelementes 17 und befindet sich zwischen ihnen.

[0033] Das erste Antennenelement 17 ist als Netz vorzugsweise aus im Bereich der elektromagnetischen Verträglichkeit gebräuchlichen Materialien gebildet. Dies sind feine Gitternetze aus Metall oder auch hochflexible Leiter aus leitfähigen Textilfasern. Solche leitfähigen Textilfasern können beispielsweise mit aromatischen Polyamiden beschichtete Metallfasern sein. Durch die Beschichtung ergibt sich eine hohe Zugfestigkeit, chemische Widerstandsfähigkeit und thermische Stabilität.

[0034] Die Maschenweite des Antennenelementes 17 ist so gering, dass das Antennenelement für die zu sendenden und zu empfangenden elektromagnetischen Wellen eine homogene Fläche darstellt.

[0035] Soll der Sensor 6 unterhalb des Profils in einer Flanke des Reifens 1 angeordnet werden, so wird vorzugsweise auch die Antenne 16 unterhalb des Profils des Reifens 1 angeordnet. Dies vermeidet Aufwand bei der Herstellung des Reifens 1, welcher erforderlich wäre, wenn die Antenne in einer Flanke des Reifens 1 angeordnet werden sollte – unter Umständen wären besondere Stütz- und Haltemaßnahmen erforderlich, um für den Sensor 6, die Antenne 16 und die notwendige Verbindungsleitung in dem Reifen 1 die notwendige Formtreue zu gewährleisten.

[0036] Die Zuleitung 10 muss gegebenenfalls ein spezielles Design aufweisen, um zur Übertragung hochfrequenter elektromagnetischer Wellen geeignet zu sein. Sie kann deshalb ebenfalls aus einem hochflexiblen Leiter bestehen, statt der sonst im Allgemeinen verwendeten Kupferdrähte oder sonstigen metallischen Drähte. Gegenüber rein metallischen Drähten zeichnen sich metallisierte Textilfasern durch ihre geringe Steifigkeit, höhere Belastbarkeit, geringeres Gewicht und einfachere Verarbeitbarkeit aus. Die Zuleitung (10) kann vorteilhaft ebenfalls in Form eines Netzes realisiert werden. Bei allen diesen Ausführungsformen ist die Zuleitung 10 insbesondere ausgeführt als Mikrostreifenleitung, Koaxialleitung oder Triplate-Leitung entsprechend geläufiger Praxis in der elektromagnetischen Hochfrequenztechnik.

[0037] Fig. 5 schließlich zeigt eine Ausführung der Antenne 16 als Dipol-Antenne, welche in Form eines Schlitzes 22 in einer flächigen leitfähigen Struktur, welche wiederum als Netz ausgestaltet ist, ausgeführt ist. Ein solchermaßen mit einem Schlitz 22 versehenes Netz kann ohne Weiteres in eine Flanke des Reifens 1 integriert werden.

[0038] Allen Ausführungsformen der Erfindung ist gemeinsam, dass sie eine hohe Flexibilität bei gleichzeitiger guter Verbindung mit dem sie umgebenden flexiblen Material gewährleisten.

## Patentansprüche

1. Antennenelement zum Senden und/oder Empfangen elektromagnetischer Wellen, das zumindest zum wesentlichen Teil von einem flexiblen Material (3) umgeben ist, wobei das Antennenelement (17) zumindest teilweise als Netz ausgebildet und das flexible Material (3) Teil eines Reifens (1) ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Antennenelement (17) außerhalb des Stahlgürtels (20) des Reifens (1) oder in einer der Flanken des Reifens (1) angeordnet ist. 5
2. Antennenelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Antennenelement (17) als flexibles Netz ausgebildet ist.
3. Antennenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Antennenelement (17) in dem flexiblen Material (3) eingebettet ist. 15
4. Antennenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Maschenweite des Netzes so gewählt ist, dass es für die zu empfangenden und/oder zu sendenden elektromagnetischen Wellen eine im wesentlichen lückenlose Struktur darstellt. 20
5. Antennenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Antennenelement (17) flächig, insbesondere als Fläche einer Patchantenne, ausgebildet ist. 25
6. Antennenelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Antennenelement (17) als Dipol-Antenne ausgebildet ist. 30
7. Antennenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Antennenelement (17) gewölbt ist.
8. Antennenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Antennenelement (17) leitfähige Fasern enthält. 35
9. Antennenelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern Metallfasern und/oder Textilfasern sind. 40
10. Antennenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Antennenelement (17) ein Gewebe und/oder Gewirke ist.
11. Antennenelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Antennenelement (17) mit einem passiven Sensor (6), insbesondere einem mit akustischen Oberflächenwellen arbeitenden Sensor (6), verbunden ist. 45

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

FIG 1

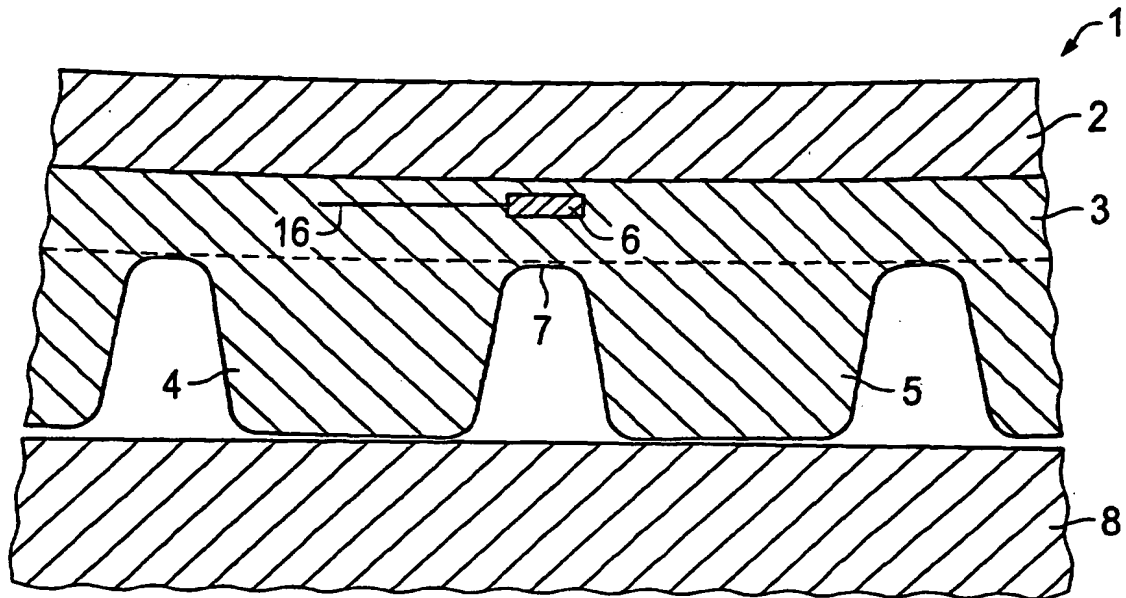


FIG 5

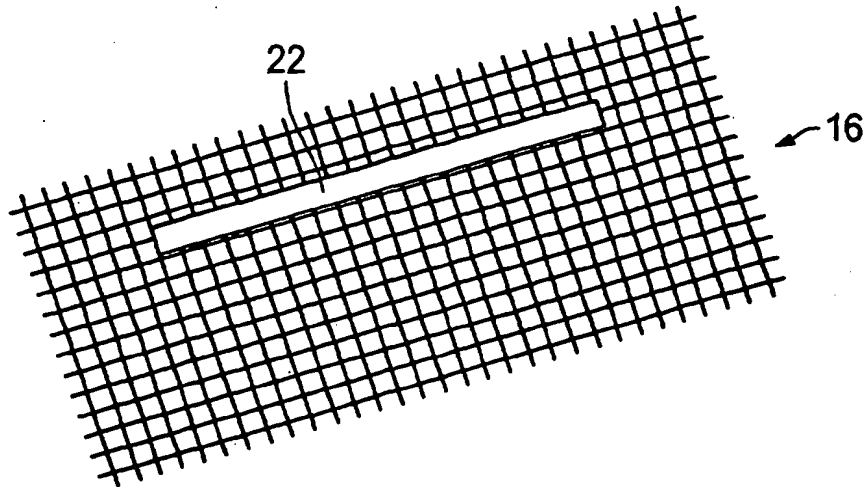


FIG 2

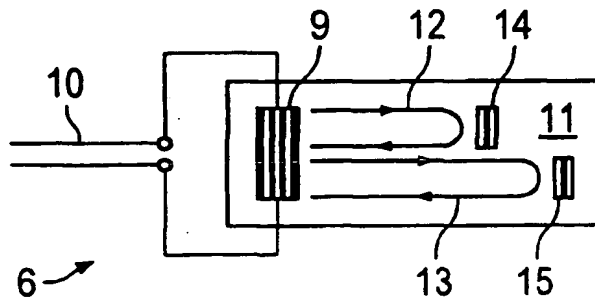


FIG 3

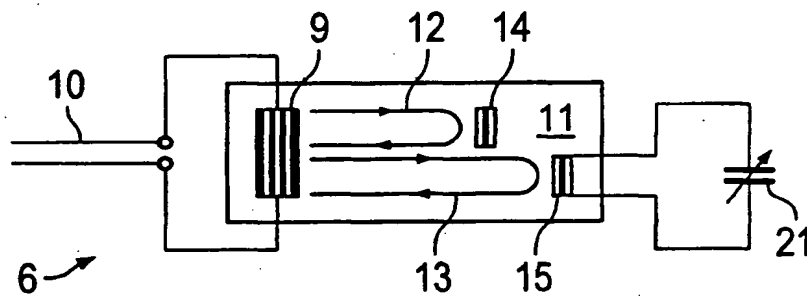


FIG 4

